

PAT-NO: JP405288728A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 05288728 A

TITLE: MEASURING APPARATUS FOR ULTRASONIC WAVE SOUND
SPEED

PUBN-DATE: November 2, 1993

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

FURUMURA, ICHIRO

NAGAI, SATOSHI

HIRASAWA, TAIJI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

TOSHIBA CORP

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP04084400

APPL-DATE: April 7, 1992

INT-CL (IPC): G01N029/18, G01N029/10

US-CL-CURRENT: 73/632

ABSTRACT:

PURPOSE: To automatically measure deterioration in a material of a subject and properly measure a degree of deterioration by a probe having a transmitter and first and second receivers, with a time difference calculating part, a sound speed calculating part and a display part also included.

CONSTITUTION: After an apparatus is prepared for measurement, a total commanding part 21 applies an operating command to an ultrasonic pulser 14. Thus a transmitter 5a transmits ultrasonic waves while a time difference calculating part 16 also actuates. The ultrasonic waves from the

transmitter

5a are sent through a subject to a first receiver 5b and a second receiver 5c.

Time difference in signals received by ultrasonic receivers 15a, 15b respectively is sent to the time difference calculating part 16.

Time

difference in wave reception is calculated here, and an ultrasonic calculating

part 17 calculates the calculated signal as a sound speed. After the sound

speed is calculated, a display device 18 visualizes it as a numerical value.

Thus automatic operation is possible since operating commands can be generated

simultaneously to an exhaust device 19, an air supply and exhaust device 20 and

the respective calculating parts 16, 17 from single command part 21.

COPYRIGHT: (C)1993,JPO&Japio

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-288728

(43)公開日 平成5年(1993)11月2日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 N 29/18		6928-2 J		
29/10	5 0 1	6928-2 J		

審査請求 未請求 請求項の数6(全 6 頁)

(21)出願番号 特願平4-84400

(22)出願日 平成4年(1992)4月7日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 古村 一朗

神奈川県横浜市鶴見区末広町2丁目4番地

株式会社東芝京浜事業所内

(72)発明者 長井 敏

神奈川県横浜市鶴見区末広町2丁目4番地

株式会社東芝京浜事業所内

(72)発明者 平澤 泰治

神奈川県横浜市鶴見区末広町2丁目4番地

株式会社東芝京浜事業所内

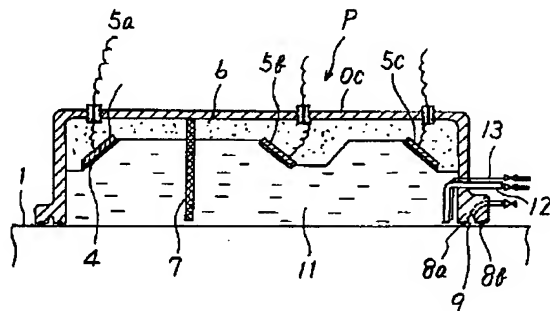
(74)代理人 弁理士 則近 憲佑

(54)【発明の名称】 超音波音速測定装置

(57)【要約】

【目的】 被検体の材質劣化を自動的にして的確に測定するにあたり、被検体に伝わる超音波の音速を求めること。

【構成】 プローブの送信子からの超音波を第1、第2受信子がそれぞれ受け、受けた時間差を求める時間差演算部と、時間差演算部からの出力にもとずいて被検体の表面波音を算出する音速演算部と、算出した表面波音速をディスプレイする表示装置とを有する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 斜角跳ね返り路の互の発受位置に送信子、第1受信子を備える一方、第1受信子と距離をはなして平行に第2受信子を有するプローブであって、このプローブの送信子からの超音波を第1、第2受信子がそれぞれ受け、受けた時間差を求める時間差演算部と、時間差演算部からの出力にもとずいて被検体の表面波音速を算出する音速演算部と、算出した表面波音速をディスプレイする表示装置とを有することを特徴とする超音波音速測定装置。

【請求項2】 斜角跳ね返り路の互の発受位置に送信子、第1受信子を備える一方、第1受信子と距離をはなして平行に第2受信子を有するプローブは、液室を形成するとともに、送信子と第1受信子との間に液室に向けて遮板を配することを特徴とする超音波音速測定装置。

【請求項3】 プローブの被検体当接部位にパッキンを装着する一方、パッキンには排気路を設けることを特徴とする超音波音速測定装置。

【請求項4】 プローブに形成される液室には液給排路を備えていることを特徴とする超音波音速測定装置。

【請求項5】 送信子に励振を与える超音波パルサー、第1、第2受信子に励振を与える第1、第2超音波レーザ、時間差演算部、音速演算部、表示装置、液給排路の作動部の個々に送り出す指令信号を、一個所にまとめたところから送り出せるように総括指令部を備えることを特徴とする超音波音速測定装置。

【請求項6】 斜角跳ね返り路の互の発受位置に送信子、第1受信子を備える一方、第1受信子と距離をはなして平行に第2受信子を有するプローブは、内被、外被の二重構造を形成するとともに、内被のリード部が外被を通過する部位に首振部を備えていることを特徴とする超音波音速測定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、例えば火力、原子力等発電用であって、超高温蒸気を扱う蒸気タービンの、その部材の経年材質劣化を、超音波でモニタリングする超音波音速測定装置にかかり、とりわけ、受信波の時間的遅れ要素を取り入れて被検体の表面波音速を的確に検出する超音波音速測定装置に関する。

【0002】

【従来の技術】例えば、蒸気タービンのロータ、ケーシング、あるいは原子力発電の圧力容器などでは、超高温、超高温蒸気にさらされている関係上、長時間の使用に対し、クリープボイドと称する微小な空孔や、荷重一定でも塑性変形が進むことに伴うクリープ損傷などの不測の事象が発生することがある。

【0003】また、蒸気タービンは、需要者側の電力需要増減要求の変化で、起動停止、再起動の繰り返しがあり、この運転変動に伴う蒸気の温度・圧力変化の影響を

受け、上述機器の材料は、結晶粒の密度転位、マイクロクラックなどが出、ついには変形から破断に進展することがある。さらに、この種装置に使用される合金鋼は、超高温、超高温の場合、金属組織に結晶粒界が折出し、靱性低下による焼き戻し脆化という特有の問題点がある。

【0004】このような不測の事象を未然に防止するには、上述クリープ損傷、疲労損傷、焼き戻し脆化などの材質劣化を非破壊的に、かつ迅速に検出する必要がある。特に、製作年代の古い機械のリプレイス時期を考えると、その計測技術の出現が望まれている。

【0005】ところで、材質劣化の計測技術には、電気化学的方法、X線回折法、電気抵抗法、磁気的方法、超音波法があり、このうち、超音波法は超音波の音速変化、超音波の減衰率変化を考慮して計測するため、比較的精度の高いデータが得られる点で、多く採用されている。

【0006】超音波法を利用した材質劣化の計測には、例えばクリープ損傷によるボイドの増加と超音波音速変化とを関係づける研究（例えば、日本非破壊検査協会誌第34巻第2号第140ページ）、疲労損傷に伴う超音波高速変化と歪振幅の関係に関する研究（火力原子力発電技術協会第16回新技術発表会予稿）などがあるが、これら研究は、材質劣化を計測するに当り、超音波の音速測定を考慮に入れば測定データに信頼感を増すことにもとづくからである。

【0007】ところで音速測定装置には、例えば、図6にも見られるように、被検体1の表面25に送受信子27を、その裏面26に受信子28を置き、高圧パルスPからの信号で送受信子27を励振させ、受信子28からの反射超音波Bの時間を算出し、その時間と被検体1の板厚との関係から音速を測定するか、あるいは、同図にも示されているように、送受信子27から受信子28までに要する透過超音波Tの時間と、被検体1の板厚との関係から音速を算出していた。

【0008】しかしながら、このような測定法は、被検体1の表面、裏面の平行二面が必要であり、実験室的レベルのものならともかく、実機の被検体1ではテストピース採取後の保修を考えると到底採用し難い。一方、半無限体のような実機の被検体1の音速測定には図7に示すものがある。

【0009】被検体1には、プローブ35の外被OCによって覆設された送信シュー30、受信シュー33、34が配され、これら送受信シュー30、33上に斜角跳ね返り路の互の発受位置に送信子29、第1受信子31が、また送受信シュー34上に第1受信子31と距離をはなして平行に第2受信子32が設けられている。そして、送信子29から出た超音波は、アクリル製の送信シュー30を通り、被検体1でこれに沿って表面波Sを得、その一部表面波S₁は反射波として第1受信子31で検出される一方、時間的に

遅れて他の一部表面波 S_2 が反射波として第2受信子32で検出されるようにしてある。こうして第1受信子31、第2受信子32が得る被検体1からの表面波 S_1 、 S_2 の時間差、および距離差から超音波の音速を算出している。

【0010】このような測定法だと、被検体1に伝わる超音波の音速を考慮している点ですぐれているものの、被検体1の表面に凹凸が激しかったり、うねりなどを伴うと送受信シュース30、33、34との密着度合が悪くなり、このため測定波形の歪みに伴う音速に多くの誤差があら

われる等の一抹の不安をかかえている。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】以上述べたように、蒸気タービンのロータ、ケーシング、あるいは原子力発電に使用される压力容器、配管等、常に高温高压の蒸気にさらされ、クリープ損傷、疲労損傷、焼き戻し脆化などを受ける材質においては、その劣化測定に被検体を伝わる音速を考慮した超音波測定の適用が考えられてはいるものの、被検体表面の凹凸、うねり等にも十分対峙して超音波の音速を考慮した超音波測定技術の出現を未だ見ていない。また、この種装置においては、自動測定化、その操作にあたり、容易化についても、未だ出現を見ていない。そこで、この本発明は、上記諸々の点に鑑み、新たに創作した超音波音速装置を公表することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】この発明は、第1構成から第6構成までを有す。

第1構成；

【0013】斜角跳ね返り路の互の発受位置に送信子、第1受信子を備える一方、第1受信子と距離をはなして平行に第2受信子を有するプローブであって、このプローブの送信子からの超音波を第1、第2受信子がそれぞれ受け、受けた時間差を求める時間差演算部と、時間差演算部からの出力にもとずいて被検体の表面波音速を算出する音速演算部と、算出した表面波音速をディスプレイする表示装置とを有する。

第2構成；

【0014】斜角跳ね返り路の互の発受位置に送信子、第1受信子を備える一方、第1受信子と距離をはなして平行に第2受信子を有するプローブは、液室を形成するとともに、送信子と第1受信子との間に液室に向って遮板を配する。

第3構成；プローブの被検体当接部位にパッキンを装着する一方、パッキンには排気路を設ける。

第4構成；プローブに形成される液室には液給排路を備える。

第5構成；

【0015】送信子に振動を与える超音波パルサー、第1、第2受信子に振動を与える第1、第2超音波レシー

バ、時間差演算部、音速演算部、表示装置、液給排路の作動部の個々に送り出す指令信号を一個所にまとめたところから送り出せるように総括指令部を備える。

第6構成；

【0016】斜角跳ね返り路の互の発受位置に送信子、第1受信子を備える一方、第1受信子と距離をはなして平行に第2受信子を有するプローブは、内被、外被の二重構造を形成するとともに、内被のリード部が外被を通過する部位に首振部を備える。

【0017】

【作用】第1構成によれば、第1受信子、第2受信子から時間を置いて検出した信号にもとずいて時間差演算部、音速演算部で超音波の音速を自動的に算出するので自動化を図ることができる。また、自動算出された超音波の音速をデジタル化してディスプレイするので、可視化されオペレータにとって好都合となる。

【0018】第2構成によれば、プローブは液室を有しているので、被検体表面に凹凸、うねりがあっても超音波の乱反射を防ぐことができる。さらに、送信子と第1受信子との間に遮板があるので、超音波反射波の方向性を一様にする事ができる。第3構成によれば、プローブにパッキン、排気路があるので、被検体との載置にあたり、密着性が増す。第4構成によれば、プローブの液室に液給排路があるので、液の交換、とりわけ不純物の混入に際し、清浄化を図ることができる。第5構成によれば、総括指令部によって超音波パルサー、第1、第2超音波レシーバ等個々の操作作動に時間を費やすことなく、操作時間の省力化になる。第6構成によれば、内被、外被の二重構造のプローブには内被の首振部があるので、被検体の測定範囲が広角になる

【0019】以上第1構成から第6構成をまとめると、この発明にかかる超音波音速測定装置では、被検体の材質劣化の測定にあたり、その操作の容易化と相まって自動測定ができ、被検体表面にうねり等があってもその劣化度合を的確に測定することができる。

【0020】

【実施例】この発明にかかる超音波音速測定装置の一実施例を図面を参照して説明する。

【0021】図1において、符号Pは被検体1に載置するプローブを示し、このプローブPの外被OC内には遮音部6と液室11とが区画されている。また、遮音部6と液室11との境界には部分的にマッチング層4を有し、このマッチング層4に送信子5a、第1受信子5b、第2受信子5cが取付けられている。すなわち、送信子5aと第1受信子5bとは、斜角跳ね返り路の互の発受位置に配され、また第2受信子5cは第1受信子と距離をはなして平行に配している。送信子5aと第1受信子5bとの間には液室11に向って遮板7が設けられ、超音波反射波の方向性を一様に導くようにしている。

【0022】一方、外被OCの被検体1との当接部位に

は、パッキン8a、8bが装着され、これらパッキン8a、8b間に排気路9が設けられている。したがって、外被OCの被検体1に対する押圧による密着性が増す。外被OCの側部は液室11の液、例えば水を給排する給排路12、13を備え、水の出入りによる清浄化を図っている。

【0023】上記構成において、リード線から送信子5aに与えられた励振によって超音波が出、水を通して被検体1に入射し、被検体1の軸方向に沿って伝わり、一定時間経過後に第1受信子5b、第2受信子5cに至り、こうして被検体1の材質劣化の測定データを得る。被検体1に与えられる超音波の音速測定にあたり、図2に示す制御回路が使用される。

【0024】まず、被検体1にプローブOCが載置されると、総括指令部21から排気装置19（図1の排気路9のバルブ）に開口信号を与え、被検体1の周囲（図1のパッキン8a、8b間）を排気（減圧）し、外被1と密着性を増す。つづいて、総括指令部21から給排装置20（図1の水給排路12、13のバルブ）に開閉信号が与えられ、液室11に水が供され、水の清浄化を図る。

【0025】上述測定準備ができた後、総括指令部21から超音波パルサー14に作動指令が与えられ、これによって送信子5aは超音波を出す一方、時間差演算部16も作動させる。

【0026】送信子5aから出た超音波は、被検体1を経て第1受信子5b、第2受信子5cに送られ、超音波レシーバ15a、15bでそれぞれ受波した信号の時間差は時間差演算部16に与えられる。ここで受波の時間差が演算され、その演算信号は音速演算部17で音速が算出される。音速の算出後は、表示装置18に数値として可視化される。

【0027】このように、一つの総括指令部21から排気装置19、給排装置20、各演算部16、17などに同時に作動指令を出すことができるので、自動操作ができるようになる。ところで、プローブPから被検体1に出される超音波の挙動を図3を用いて今少し詳しく説明する。

【0028】被検体1に対し、角度 θ で送信子5aから出された縦波超音波Vは、水中を伝播し、点aにおいて入射・屈折し、被検体1の表面を伝播する表面波Sを得る。この表面波Sの伝播経路上の点bでは、入射と等しい角度 θ として第1受信子5bでも縦波V₁を得る。また、点bから距離Lを離れた点cでも角度 θ の縦波V₂が第2受信子5cに与えられる。こうして2点間の距離と縦波V₁、V₂の時間差から上述音速演算部17で表面波Sの音速を測定することができる。図4は、この発明にかかる超音波音速装置の他の実施例を示す。

【0029】この実施例はプローブPを、外被OC、内被ICの二重構造に形成し、外被OCを通動する内被I

Cのリード部23に首振部24を設けたものである。首振部24によって次の作用を得る。すなわち、図5に示すように、送信子5aから出る超音波に対し、第1受信子5bの測定面がある方向 ω を向いたとき、その方向に対して微小角度変位 $\pm\delta$ あるいは $\pm2\delta$ など異なった方向（超音波の伝播路）25a、25b…の音波を測定し、これら測定値を平均化することでその方向 ω の音速とし、測定精度向上に役立てることができる。また、測定方向 ω を $\pm180^\circ$ の範囲内で変化させることによって、超音波の音速方向依存性を測定することができる。

【0030】

【発明の効果】以上述べたように、この発明にかかる超音波音速測定装置では、プローブと被検体との当接を密にし、被検体に伝わる表面波の時間差から音速を算出して被検体の測定を自動化し、しかも的確値を得るようにしたので、この種分野の発展が期待される。また、被検体の測定の際、プローブの首振部を設けているので、被検体の測定範囲を広角にすることができる等、すぐれた効果を奏する。

20 【図面の簡単な説明】

【図1】この発明にかかるプローブの一実施例を示す概略図。

【図2】この発明にかかるプローブを自動操作する制御ブロック図。

【図3】被検体の表面波による音速測定の動作説明図。

【図4】この発明の他の実施例を示す概略図。

【図5】図4の作動説明図。

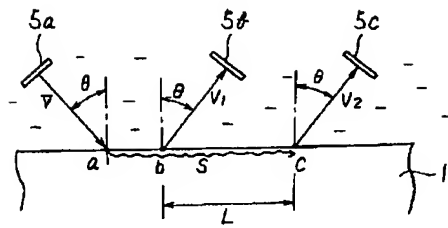
【図6】従来の実施例を示す概略図。

【図7】従来のプローブを示す概略図。

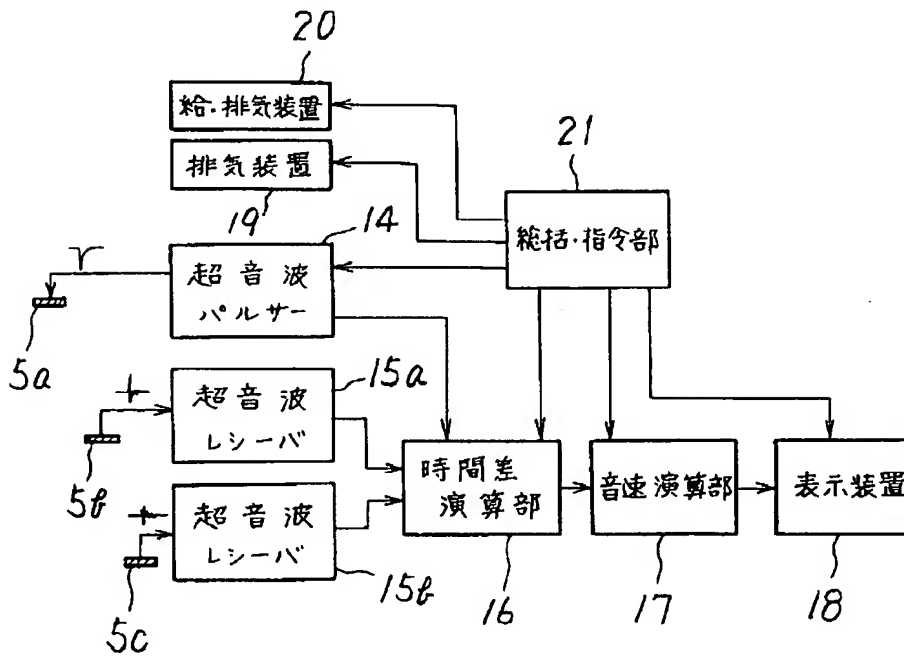
30 【符号の説明】

P	プローブ
OC	外被
IC	内被
1	被検体
5a	送信子
5b	第1受信子
5c	第2受信子
7	遮板
8a, 8b	パッキン
9	排気路
11	液室
12, 13	給排路
21	総括指令部
16	時間差演算部
17	音速演算部
18	表示装置
24	首振部

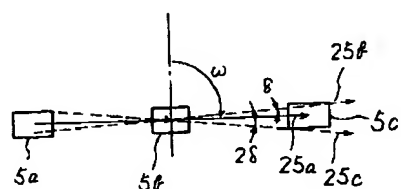
【図3】



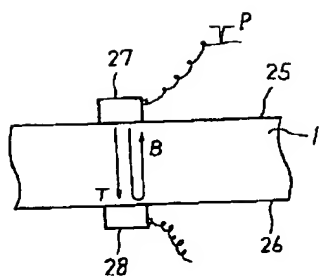
【图2】·



【図5】



【図6】



【図7】

